



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 196 31 956 A 1

51 Int. Cl.<sup>8</sup>:  
F04 C 15/04

21 Aktenzeichen: 196 31 956.0  
22 Anmeldetag: 8. 8. 96  
43 Offenlegungstag: 12. 2. 98

DE 196 31 956 A 1

71 Anmelder:  
Danfoss A/S, Nordborg, DK

74 Vertreter:  
U. Knoblauch und Kollegen, 60320 Frankfurt

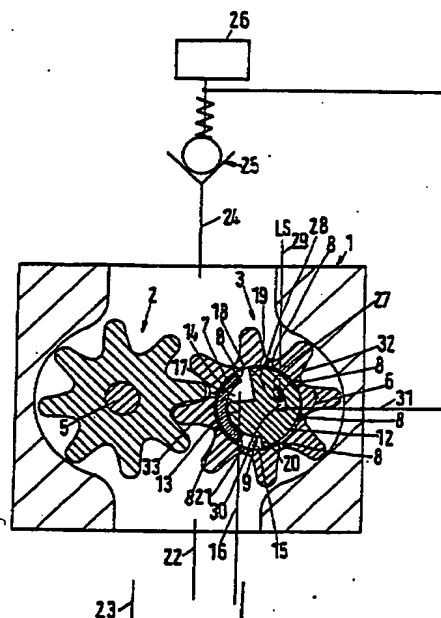
72 Erfinder:  
Seekjaer, Poul Erik, Soenderborg, DK; Rom, Holger  
Krogsgard, Nordborg, DK

66 Entgegenhaltungen:  
DE 23 39 872 A1  
FR 21 19 294

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

64 Zahnradpumpe mit einstellbarem Verdrängungsvolumen

57 Bei einer Zahnradpumpe mit einstellbarem Verdrängungsvolumen erstrecken sich von einer koaxialen Bohrung (7) des einen zweier miteinander kämmender Zahnräder (2, 3) Durchbrüche (8) bis in die Zahnlücken. In der Bohrung (7) ist ein Drehschieber (9) mit wenigstens einem Steg (12), der eine teilzylindrische Mantelfläche aufweist und eine axiale Ausnehmung (14) im Drehschieber (9) begrenzt, drehfest auf einer das eine Zahnrad (3) tragenden Welle gelagert. Der Steg (12) liegt mit seiner Mantelfläche an der Innenseite der Bohrung (7) an, und die Ausnehmung (14) ist mit der Niederdruckseite der Pumpe verbunden. Um auch ein kleineres Verdrängungsvolumen als bisher einstellen und einhalten zu können, ragt in die Bohrung (7) des einen Zahnrads (3) ein gehäusefestes Ventilsitzstück (17), das eine gegen die Bohrung (7) abgedichtete Außenfläche und eine axiale Ventilsitzfläche (18) aufweist, die mit einer Seitenfläche (19) des Stags (12) zusammenwirkt, während der Drehwinkel des Drehschiebers (9) so begrenzt ist, daß in jeder Drehwinkelage die Ausnehmung (14) auf der Ausgangsseite der Eingangsseite der Pumpe liegt.



DE 196 31 956 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 12. 97 702 067/234

7/22

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Zahnradpumpe mit einstellbarem Verdrängungsvolumen, bei der von einer coaxialen Bohrung des einen zweier in einem Gehäuse im Außeneingriff miteinander kämmender Zahnräder radiale Durchbrüche bis in die Zahnlücken durchgehen und in der Bohrung ein Drehschieber mit wenigstens einem Steg, der eine teilzylindrische Mantelfläche aufweist und eine axiale Ausnehmung im Drehschieber begrenzt, drehfest auf einer Welle gelagert ist, um die das eine Zahnrad drehbar gelagert ist, wobei der Steg mit seiner Mantelfläche abgedichtet an der Innenseite der Bohrung anliegt und die Ausnehmung mit der Niederdruckseite der Pumpe verbunden ist.

Bei einer bekannten Zahnradpumpe dieser Art (DE 23 39 872 A1) ist es bei einer durch Verdrehung des Drehschiebers bewirkten Unterschreitung eines unteren nahe bei Null liegenden Grenzwerts des Verdrängungsvolumens der Pumpe nicht mehr möglich, einen Druck aufzubauen oder aufrechtzuerhalten, da dann ein Kurzschluß direkt zur Niederdruckseite vorliegt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Zahnradpumpe der eingangs genannten Art anzugeben, bei der sich ein niedrigeres Verdrängungsvolumen einstellen und aufrechterhalten läßt.

Erfindungsgemäß ist diese Aufgabe dadurch gelöst, daß in die Bohrung des einen Zahnrads ein gehäusefestes Ventilsitzstück ragt, das eine teilzylindrische Außenfläche, die gegen die Bohrung abgedichtet ist, und eine seitliche axiale Ventilsitzfläche aufweist, die mit einer axialen Seitenfläche des Stegs zusammenwirkt, und daß der Drehwinkel des Drehschiebers in beiden Drehrichtungen so begrenzt ist, daß in jeder Drehwinkelstellung des Drehschiebers die Ausnehmung auf der Ausgangsseite der Pumpe liegt.

Bei dieser Lösung bilden das Ventilverschlußstück und der Drehschieber ein Ventil, dessen Öffnungsweite durch die Weite eines Spalts zwischen der Ventilsitzfläche und der axialen Seitenfläche des Stegs bestimmt ist. Im geöffneten Zustand dieses Ventils bei einer Spaltweite, die größer als die Breite der Durchbrüche zwischen den Zahnlücken in Umfangsrichtung ist, ergibt sich für die Dauer des Vorbeilaufs eines Durchbruchs am Spalt eine direkte Verbindung (Kurzschluß) zwischen der Hochdruck- und der Niederdruckseite, während der ein Rückstromimpuls auftritt. Die Maximalamplitude des Rückstromimpulses ist konstant, wenn die Spaltweite größer als die Durchbruchweite in Umfangsrichtung ist. Sobald der Durchbruch die Spaltweite durchlaufen hat, ist die Verbindung zwischen Hochdruck- und Niederdruckseite wieder unterbrochen, so daß die Zahnradpumpe ihr maximales Verdrängungsvolumen aufweist. Diese Unterbrechung dauert so lange an, bis der nächste Durchbruch in den Bereich des Spaltes eintritt. Der Rückstrom unterliegt dabei einer Impulsdauermodulation und dementsprechend auch das Verdrängungsvolumen der Pumpe, dessen Mittelwert von der eingestellten Spaltweite abhängt. Der maximale Rückstrom bzw. das kleinste Verdrängungsvolumen der Pumpe hängt von der Größe der Weite der Durchbrüche in Umfangsrichtung ab. Je größer diese Weite ist, um so größer ist die Dauer der Rückstromimpulse im Verhältnis zur Unterbrechungsdauer des Rückstroms. Entsprechend der gewählten Öffnungsweite der Durchbrüche und der maximalen Öffnungsweite des Spaltes des Drehschieberventils läßt sich ein minimal es mittleres Verdrängungsvolumen der Zahnradpumpe einstellen.

Vorzugsweise ist der Drehschieber manuell mittels der Welle verstellbar. Das Verdrängungsvolumen kann daher auf einfache Weise von Hand eingestellt werden.

Alternativ ist es aber auch möglich, den Drehschieber durch Motorkraft zu verdrehen. Beispielsweise kann hierfür ein hydraulischer oder elektrischer Motor, insbesondere Schrittmotor, oder ein Elektromagnet verwendet werden.

Vorzugsweise ist dafür gesorgt, daß der Drehschieber eine sich in Umfangsrichtung erstreckende erste Kammer aufweist, die durch einen gehäusefesten Kolben begrenzt ist und einen Anschluß für die Zuführung eines Drucks aufweist. Auf diese Weise läßt sich die Drehwinkelstellung des Drehschiebers in Abhängigkeit von dem Druck einer Druckquelle und damit das Verdrängungsvolumen der Zahnradpumpe einstellen.

Vorzugsweise ist der Druck der durch einen an der Zahnradpumpe angeschlossenen Verbraucher bewirkte Belastungsdruck, so daß das Verdrängungsvolumen der Zahnradpumpe selbsttätig an den aktuellen Bedarf angepaßt werden kann.

Zusätzlich kann der Kolben eine zweite sich in Umfangsrichtung erstreckende Kammer begrenzen, die mit der Hochdruckseite verbunden ist. Auf diese Weise ist eine Regelung des Verdrängungsvolumens in Abhängigkeit vom Ausgangsdruck der Pumpe und dem Belastungsdruck möglich.

Sodann kann die Zahnradpumpe ausgangsseitig ein Rückschlagventil aufweisen, das einen Rückfluß des auf der Verbraucherseite herrschenden Drucks über das geöffnete Drehschieberventil verhindert.

Die Erfindung und ihre Weiterbildungen werden nachstehend anhand einer schematischen Zeichnung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels näher beschrieben, die eine erfindungsgemäße Zahnradpumpe im Schnitt in Verbindung mit einem Verbraucher darstellt.

In einem Gehäuse 1 einer Zahnradpumpe sind zwei im Außeneingriff miteinander kämmende Zahnräder 2 und 3 drehbar gelagert. Das Zahnrad 2 wird durch einen Motor über eine Welle 5 angetrieben und dreht dabei das Zahnrad 3 in Richtung des Drehrichtungspfeils 6 mit. Das Zahnrad 3 hat eine coaxiale Bohrung 7, von der aus radiale Durchbrüche 8 bis in die Zahnlücken des Zahnrads 3 durchgehen. In der Bohrung 7 des Zahnrads 3 ist ein Drehschieber 9 drehfest auf einer (nicht dargestellten) Welle gelagert, um die das Zahnrad 3 drehbar gelagert ist. Der Drehschieber 9 hat einen ersten Steg 12 und einen zweiten Steg 13, die jeweils eine teilzylindrische Mantelfläche aufweisen und eine erste axiale Ausnehmung 14 sowie eine zweite axiale Ausnehmung 15 im Drehschieber 9 begrenzen. Der erste Steg 12 ist mit seiner Mantelfläche gegen die Innenseite der Bohrung 7 abgedichtet, und die erste Ausnehmung 14 ist mit der Niederdruckseite der Pumpe durch einen Kanal 16 oder eine Leitung verbunden. In die Bohrung 7 des einen Zahnrads 3 ragt ferner ein gehäusefestes Ventilsitzstück 17, das eine teilzylindrische Außenfläche aufweist, die gegen die Bohrung 7 abgedichtet ist. Ferner hat das Ventilsitzstück 17 eine teilzylindrische Innenfläche, die gegen die teilzylindrische Mantelfläche des zweiten Stegs 13 abgedichtet ist, und eine seitliche axiale Ventilsitzfläche 18, die mit einer ersten axialen Seitenfläche 19 des ersten Stegs 12 als Drehschieberventil zusammenwirkt. Der Drehwinkel des Drehschiebers 9 ist in beiden Drehrichtungen durch das Ventilsitzstück 17 — zum einen durch Anlage der Seitenfläche 19 des Drehschiebers 9 an der Ventilsitzfläche 18 des Ventilsitzstücks 17 und zum anderen durch Anlage einer der ersten Seiten-

fläche 19 etwa diametral gegenüberliegenden Seitenfläche 20 an einer weiteren axialen Seitenfläche 21 des Ventilsitzstücks 17 — so begrenzt, daß in jeder Drehwinkellage des Drehschiebers 9 die erste Ausnehmung 14 auf der Ausgangsseite und die zweite Ausnehmung 15 auf der Eingangsseite des Gehäuses 1 der Pumpe liegt. Die Eingangs- oder Niederdruckseite der Pumpe ist über einen Eingangsanschluß 22 mit einem ein Fluid enthaltenden Behälter 23 und die Ausgangsseite der Pumpe über eine Ausgangsleitung 24 und ein federbelastetes Rückschlagventil 25 mit einem schematisch dargestellten Verbraucher 26, der z. B. einen Hydraulikzylinder aufweist, verbunden. Das Rückschlagventil 25 öffnet zum Verbraucher 26.

Ferner hat der Drehschieber 9 eine sich in Umfangsrichtung erstreckende erste Kammer 27, die auf ihrer einen Seite durch einen gehäusefesten oder mit dem Ventilsitzstück 17 einstückig ausgebildeten Kolben 28 begrenzt ist und einen Anschluß 29 für die Zuführung eines äußeren Drucks aufweist. Bei diesem Druck kann es sich um den durch den an der Zahnradpumpe angeschlossenen Verbraucher 26 bewirkten Belastungsdruck LS (Loadensing-Druck) handeln. Außerdem begrenzt der Kolben 28 eine zweite sich in Umfangsrichtung erstreckende Kammer 30 auf ihrer einen Seite. Die Kammer 30 ist über einen Kanal 31 mit der Hochdruckseite bzw. der Ausgangsleitung 24 der Pumpe hinter dem Rückschlagventil 25 verbunden. Die Kammer 27 enthält ferner eine Druckfeder 32, die sich in Umfangsrichtung am Ende der Kammer 27 und am Kolben 28 abstützt. Die Erstreckung der Kammern 27 und 30 in Umfangsrichtung ist jeweils gleich oder größer als der maximale Drehwinkel des Drehschiebers 9.

Während des Betriebs fördert die Zahnradpumpe das im Behälter 23 enthaltene Fluid über den Eingangsanschluß 22 in den jeweils durch das Gehäuse 1 geschlossenen Zahnlücken der beiden Zahnräder 2 und 3 zur Ausgangsseite und über die Ausgangsleitung 24 und das Rückschlagventil 25 zum Verbraucher 26, wobei bei geöffnetem Drehschieberventil ein Teil des verdrängten Volumens über den jeweils mit dem Spalt zwischen den Seitenflächen 18 und 19 fluchtenden Durchbruch 8, die Ausnehmung 14 und den Kanal 16 zur Niederdruckseite zurückströmt. Die Rückstromstärke wird hierbei durch das Verhältnis der Öffnungsweite der Durchbrüche 8 zur Öffnungsweite bzw. Spaltweite des Drehschieberventils und den Winkelabstand der Durchbrüche 8 im Verhältnis zur Umfangsweite der Ausnehmung 14 bestimmt. Die Zeit vom Erreichen der Seitenfläche 19 durch die Vorderkante eines Durchbruchs 8 bis zum Erreichen der Ventilsitzfläche 18 durch die Hinterkante desselben Durchbruchs 8 bestimmt die Öffnungsdauer des Drehschieberventils, während die Zeit vom Erreichen der Ventilsitzfläche 18 durch die Hinterkante eines Durchbruchs 8 bis zum Erreichen der Seitenfläche 19 durch die Vorderkante des folgenden Durchbruchs 8 die Schließdauer des Drehschieberventils bestimmt. Der Mittelwert des auf diese Weise von der Hochdruckseite der Zahnradpumpe zur Niederdruckseite pulsierend zurückströmenden Druckfluidstroms bestimmt daher auch den Mittelwert des von der Zahnradpumpe zum Verbraucher 26 geförderten Druckfluidstroms, der nur dann durch das Rückschlagventil 25 durchgelassen wird, wenn der Ausgangsdruck der Zahnradpumpe höher als der durch die Feder des Rückschlagventils 25 und den Verbraucher 26 bewirkte Gegendruck ist. Die Einstellung des Verdrängungsvolumens der Pumpe entspricht daher einer Pulsdauermodulation, deren Modulations-

grad von dem Drehwinkel des Drehschiebers 9 relativ zum Ventilsitzstück 17 bzw. der Öffnungsweite des Drehschieberventils abhängt. Wenn die Flächen 18 und 19 aneinander anliegen, ist das Drehschieberventil geschlossen, so daß sich das maximale Verdrängungsvolumen der Zahnradpumpe einstellt. Je weiter das Drehschieberventil dagegen geöffnet wird, um so größer ist der Rückstrom von der Hochdruck- zur Niederdruckseite und mithin um so kleiner das Verdrängungsvolumen.

Die Verstellung des Drehschiebers 9 kann durch Verdrehung der den Drehschieber 9 tragenden Welle, die aus dem Gehäuse 1 abgedichtet herausgeführt ist, von Hand oder durch Motorkraft bewirkt werden. Bei Verstellung des Drehschiebers 9 von Hand oder mittels Motorkraft können die Kammern 27 und 30, der Kolben 28 und die Druckfeder 32 sowie die Kanäle 31 und 29 entfallen. Alternativ ist es jedoch auch möglich, auf die Verstellung der den Drehschieber 9 tragenden Welle von Hand oder mittels Motorkraft zu verzichten und statt dessen bei der dargestellten Ausbildung den Ausgangsdruck über den Kanal 31 in die Kammer 30 und den Belastungsdruck LS über den Anschluß 29 in die Kammer 27 zu leiten, um die Verstellung des Drehschiebers 9 und damit die Einstellung des Verdrängungsvolumens der Zahnradpumpe automatisch an den Bedarf des Verbrauchers 26 anzupassen. Denn bei Erhöhung des Belastungsdrucks in der Kammer 27 wird sich der Drehschieber 9 relativ zum Ventilsitzstück 17 so verdrehen, daß sich das Drehschieberventil weiter schließt und mithin das Verdrängungsvolumen bzw. der Ausgangsdruck der Zahnradpumpe erhöht. Der Ausgangsdruck wirkt wiederum in der Kammer 30 der Drehung des Drehschiebers 9 in Schließrichtung des Drehschieberventils entgegen, bis sich ein Gleichgewichtszustand der Drehwinkellage des Drehschiebers 9 entsprechend dem geforderten Belastungsdruck einstellt.

Der Drehwinkel des Drehschiebers 9 ist in Öffnungsrichtung des Drehschieberventils, d. h. bei einer Drehung des Drehschiebers 9 im Uhrzeigersinn, durch den Anschlag der Seitenfläche 20 des Stegs 12 an der Seitenfläche 21 des Ventilsitzstücks 17 und in Schließrichtung durch den Anschlag der Seitenfläche 19 des Stegs 12 an der Ventilsitzfläche 18 des Ventilsitzstücks 17 begrenzt. Ferner bestimmt der Drehwinkelabstand der Seitenfläche 19 des Stegs 12 von der etwa radialen Seitenfläche 33 des Stegs 13 und der maximale Drehwinkelabstand der Seitenflächen 20 und 21 in Verbindung mit der Öffnungsweite und dem Winkelabstand der Durchbrüche 8 den maximalen Durchfluß des Drehschieberventils von der Hochdruck- zur Niederdruckseite der Zahnradpumpe. Im vorliegenden Fall ist der maximale Winkelabstand zwischen den Seitenflächen 20 und 21 kleiner als der maximale Winkelabstand zwischen den Seitenflächen 18 und 19 und kleiner als der Winkelabstand der Durchbrüche 8, so daß jeweils nur ein Durchbruch 8 den Schlitz bzw. Spalt zwischen den Seitenflächen 18 und 19 bei geöffnetem Drehschieberventil auf einmal überquert. Es ist aber auch möglich, den maximalen Abstand zwischen den Seitenflächen 20 und 21 so groß zu wählen, daß bei Anlage der Seitenfläche 20 an der Seitenfläche 21 zwei Durchbrüche 8 gleichzeitig den Öffnungsspalt zwischen den Seitenflächen 18 und 19 überqueren. Gegebenenfalls ist der maximale Rückstrom größer.

Im dargestellten Ausführungsbeispiel wird der Drehschieber 9, wenn das Drehschieberventil, wie dargestellt, geöffnet ist, in radialer Richtung nicht durch einen nennenswerten Fluidruck belastet, weil der Ausgangs-

druck entsprechend der Öffnungsweite des Drehschieberventils reduziert ist und nur die der Hochdruckseite zugekehrten bzw. mit der Hochdruckseite in Verbindung stehenden beiden Durchbrüche 8 den reduzierten Ausgangsdruck auf die in der Zeichnung obere Seite des Drehschiebers 9 durchlassen und in den übrigen Durchbrüchen 8 praktisch Niederdruck herrscht. Bei geschlossenem Drehschieberventil, d. h. wenn die Seitenflächen 18 und 19 aneinander anliegen, ist der Ausgangsdruck und mithin der über die beiden oberen Durchbrüche auf den Drehschieber 9 wirkende Druck zwar etwas größer, jedoch wegen der relativ geringen Öffnungsweite der Durchbrüche 8 weiterhin verhältnismäßig gering, während über die anderen Durchbrüche 8 weiterhin Niederdruck auf den Drehschieber 9 ausgeübt wird. Der Drehschieber 9 unterliegt daher nur einer verhältnismäßig geringen radialen Druckbelastung.

Ansonsten ist die Funktion der Zahnradpumpe auch ohne den zweiten Steg 13 möglich, wobei dann die Seitenflächen 19 und 20 des ersten Stegs 12 ineinander übergehen.

#### Patentansprüche

1. Zahnradpumpe mit einstellbarem Verdrängungsvolumen, bei der von einer coaxialen Bohrung (7) des einen zweier in einem Gehäuse (1) im Außeneingriff miteinander kämmender Zahnräder (2, 3) radiale Durchbrüche (8) bis in die Zahnlücken durchgehen und in der Bohrung (7) ein Drehschieber (9) mit wenigstens einem Steg (12), der eine teilzylindrische Mantelfläche aufweist und eine axiale Ausnehmung (14) im Drehschieber (9) begrenzt, drehfest auf einer Welle gelagert ist, um die das eine Zahnrad (3) drehbar gelagert ist, wobei der Steg (12) mit seiner Mantelfläche abgedichtet an der Innenseite der Bohrung (7) anliegt und die Ausnehmung (14) mit der Niederdruckseite der Pumpe verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, daß in die Bohrung (7) des einen Zahnrads (3) ein gehäusefestes Ventilsitzstück (17) ragt, das eine teilzylindrische Außenfläche, die gegen die Bohrung (7) abgedichtet ist, und eine seitliche axiale Ventilsitzfläche (18) aufweist, die mit einer axialen Seitenfläche (19) des Stegs (12) zusammenwirkt, und daß der Drehwinkel des Drehschiebers (9) in beiden Drehrichtungen so begrenzt ist, daß in jeder Drehwinkellage des Drehschiebers (9) die Ausnehmung (14) auf der Ausgangsseite der Pumpe liegt.
2. Zahnradpumpe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Drehschieber (9) manuell mittels der Welle verstellbar ist.
3. Zahnradpumpe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Drehschieber (9) durch Motorkraft verdrehbar ist.
4. Zahnradpumpe nach Anspruch 1 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Drehschieber (9) eine sich in Umfangsrichtung erstreckende erste Kammer (27) aufweist, die durch einen gehäusefesten Kolben (28) begrenzt ist und einen Anschluß (29) für die Zuführung eines Drucks aufweist.
5. Zahnradpumpe nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Druck der durch einen an der Zahnradpumpe angeschlossenen Verbraucher (26) bewirkte Belastungsdruck (LS) ist.
6. Zahnradpumpe nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Kolben (28) eine zweite sich in Umfangsrichtung erstreckende Kammer (30) be-

grenzt, die mit der Hochdruckseite verbunden ist.  
7. Zahnradpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß sie ausgangsseitig ein Rückschlagventil (25) aufweist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

